

⑫ 公開特許公報(A)

平2-156200

⑬ Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 平成2年(1990)6月15日
 G 21 K 1/04 S 8805-2G
 H 01 L 21/027
 // H 05 H 13/04 A 8805-2G
 7376-5F H 01 L 21/30 3 3 1 S
 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 放射線装置

⑯ 特 願 昭63-310422

⑰ 出 願 昭63(1988)12月8日

⑱ 発 明 者 山 下 良 美 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内⑲ 発 明 者 堀 内 敬 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 井 桁 貞一

明 細 書

1. 発明の名称

放射線装置

2. 特許請求の範囲

複数の固定翼(61)と回転翼(62)とが軸方向に交互に配設された多段軸流タービン(6)を、電子蓄積リング(2)から放射光(1)を取り出すビームダクト(4)の中間に設け、

それぞれの固定翼(61)の羽根(63)に形成された光通過孔(64)と、各回転翼(62)の羽根(65)の隙間(66)とが直線状に並んだときに、該放射光(1)が該多段軸流タービン(6)を透過するよう構成されてなることを特徴とする放射線装置。

3. 発明の詳細な説明

(概 要)

シンクロトロン放射光の発生源として利用される放射線装置に関し、

波長に関係なく放射光を効率よく取り出すこと

が可能で、ビームダクト長が短く取扱いの容易な放射線装置の提供を目的とし、

複数の固定翼と回転翼とが軸方向に交互に配設された多段軸流タービン(6)を、電子蓄積リングから放射光を取り出すビームダクトの中間に設け、固定翼の羽根に形成された光通過孔と回転翼の羽根の隙間とが直線状に並んだときに、放射光が多段軸流タービンを透過するように構成する。

(産業上の利用分野)

本発明はシンクロトロン放射光の発生源として利用される放射線装置、特に放射光の取り出し効率が高く取扱いの容易な放射線装置に関する。

近年、シンクロトロン放射光(以下放射光と称する)を利用した技術が注目されており、特にリソグラフィ技術や半導体プロセス技術等への応用が期待されている。しかし放射光は少なくとも10⁻¹⁰ Torr位の高真空雰囲気中において発生する光であり、各種技術に応用するには先ず放射光を高真空雰囲気中から効率よく取り出す必要がある。

そこで波長に関係なく放射光を効率よく取り出すことが可能で、しかも取扱いの容易な放射線装置の開発が要望されている。

〔従来の技術〕

第8図は従来の放射線装置の概要を示す模式図である。

図において放射線装置は放射光1を出力する電子蓄積リング2を有し、放射光1はビームダクト3を経由して作業領域に取り出される。かかる装置において光速に近い速さで電子が運動する電子蓄積リング2の内部は、少なくとも 10^{-10} Torr位の高真空状態を保っていることが要求され、放射光1が使用される作業領域は大気圧若しくは低真空度雰囲気中である。したがってその間を接続するビームダクト3は単に放射光1を通すだけでなく、低真空側から高真空側へのガスの移動を抑制する作用を具えていることが要求される。

そこで従来の放射線装置では図示の如くビームダクト3の先端を、光の透過率が高く機械的強度

による減衰が大きくその厚さを $50\mu\text{m}$ 以下にする必要がある。しかし大気圧若しくは真空度が $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Torrの作業領域と、真空度が $10^{-8} \sim 10^{-9}$ Torrのビームダクト先端との圧力差が大きく、厚さが $50\mu\text{m}$ 以下のBe板ではその圧力差に耐えることができない。

使用される光の波長が更に長い分野ではBe板の減衰が増大し、Be板でビームダクト先端を封止すると光が取り出せなくなる。かかる場合は作業領域を $10^{-8} \sim 10^{-9}$ Torrの高真空状態にしてBe板を無くす必要があるが、作業領域を高真空状態にすると被照射ターゲットの取扱いが極めて困難になる。

本発明の目的は波長に関係なく放射光を効率よく取り出すことが可能で、ビームダクト長が短く取扱いの容易な放射線装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

第1図は本発明になる放射線装置の原理を示す模式図である。なお全図を通し同じ対象物は同一記号で表している。

に優れたベリリウム(Be)板31で封止すると共に、光通過孔32を具えた複数のアパーチャ33、～33_nでビームダクト3の内部を区切って、各区間にゲートバルブ34、～34_nと排気ダクト35、～35_nからなる排気系を形成し、複数段の排気系を直列に接続してなる差動排気系を構成することによって、ビームダクト3にガスの移動を抑制する作用を付与している。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし従来の放射線装置には次のような問題点がある。即ち、ビームダクトを区切るアパーチャがそれぞれ光通過孔32を有し、この光通過孔が差動排気系のバイパスを形成して排気効率を低下させる。したがってBe板で封止されたビームダクト先端の真空度を $10^{-8} \sim 10^{-9}$ Torrとしても、電子蓄積リング2の高真空度を維持するのに必要なビームダクト長は10m以上になる。

一方、リソグラフィ技術や半導体プロセス技術等で使用される数 μm ～数10 μm の長波長光は、Be板

上記課題は複数の固定翼61と回転翼62とが軸方向に交互に配設された多段軸流タービン6を、電子蓄積リング2から放射光1を取り出すビームダクト4の中間に設け、それぞれの固定翼61の羽根63に形成された光通過孔64と、各回転翼62の羽根65の隙間66とが直線状に並んだときに、放射光1が多段軸流タービン6を透過するよう構成される本発明の放射線装置によって達成される。

〔作用〕

第1図において複数の固定翼と回転翼とが軸方向に交互に配設された多段軸流タービンを、電子蓄積リングから放射光を取り出すビームダクトの中間に設け、それぞれの固定翼の羽根に形成された光通過孔と回転翼の羽根の隙間とが直線状に並んだときに、放射光が多段軸流タービンを透過するよう構成することによって、減衰の要因となるBe板を光路中から除去することが可能になる。

しかもビームダクトにおける排気効率が上昇し被照射ターゲットを、 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Torrの低真空度

中や大気圧の作業領域に設置することができ、10 m以上あったビームダクト長を1 m以下に短縮することが可能になる。

即ち波長に関係なく放射光を効率よく取り出すことが可能で、ビームダクト長が短く取扱いの容易な放射線装置を実現することができる。

〔実施例〕

以下添付図により本発明の実施例について説明する。なお第2図は多段軸流タービンの構成を示す図、第3図は固定翼と回転翼の形状を示す図、第4図は制御装置の一例、第5図は本発明の第1の実施例を示す模式図、第6図は本発明の第2の実施例を示す模式図、第7図は本発明の第3の実施例を示す模式図である。

第1図(a)において本発明になる放射線装置は多段軸流タービン6が、電子蓄積リング2から放射光1を取り出すビームダクト4の中間に設けられており、多段軸流タービン6は複数の固定翼61と回転翼62とが軸方向に交互に配設され、複数の回

作業領域であっても、排気系の段数を多くすることで電子蓄積リング2の高真空度を十分維持することができる。

なお残留ガスの移動速度は速くても音速程度で光速で移動する放射光との間に大きい差がある。したがって羽根65が残留ガスの移動を止める程度に回転翼62を回転させても、羽根65によって放射光の光路が完全に遮断されることはない。その際放射光1は回転翼62の羽根65によってスイッチングされ、断続的になるが回転翼62が高速で回転しており実用上の支障はない。

本発明の放射線装置に用いられる多段軸流タービンは、例えば第2図に示す如く真空ポンプ等に用いられるものと同等の構造を有し、複数の固定翼61と回転翼62とが軸方向に交互に配設されていて、固定翼61は外周部が外枠68に固定され回転翼62は中央部が回転軸69に固定されている。また回転軸69は磁気軸受70等を介して固定軸71に軸止され、回転軸69と固定軸71との間に外側が回転し得る高周波モータ72が装着されている。

回転翼62は中心部が同一回転軸に固定されている。それぞれの固定翼61の羽根63には第1図(b)に示す如く光通過孔64が形成され、光通過孔64と回転翼62の羽根65の隙間66とが直線状に並んだときに、アパーチャ41の光通過孔42を透過した放射光1が多段軸流タービン6を透過する。

第1図(b)において低真空側に存在する残留ガスGは矢示の如く、固定翼61と回転翼62の開口部から高真空側に流れようとするが、回転翼62の回転に伴って羽根65が矢示の如く高速度で移動しており、羽根65に衝突した残留ガスGは低真空側に押し戻され高真空側への流入が阻止される。一部の残留ガスGは羽根65の隙間66を通して高真空側に流入するが、複数の回転翼62が軸方向に配設されているため後段の羽根65によって低真空側に押し戻される。

従来の差動排気系とは異なり多段軸流タービンは極く狭い空間に、固定翼61と回転翼62からなる排気系を多数段収納することが可能であり、低真空側が大気圧若しくは真空度が $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Torrの

このように磁気軸受70等を介して回転軸69を固定軸71に軸止し、回転軸69と固定軸71との間に高周波モータ72が装着されてなる装置では、回転軸69と固定軸71の相対的な位置を維持するための機構が必要である。そこで半径方向マグネット73、半径方向センサ74、軸方向マグネット75、軸方向センサ76等が、回転軸69と固定軸71の相対的な位置を維持するための機構として固定軸71に装着されている。

なお位置検出センサ77は回転翼62の同期信号を取り出すためのセンサであり、コネクタ78は磁気軸受70や高周波モータ72に電流を供給すると共に、軸方向センサ76や位置検出センサ77から信号を取り出すためのものである。

多段軸流タービンの外枠68の一部に放射光取出口79が設けられ、固定翼61の放射光取出口79と対向する位置には光通過孔64が形成されている。したがって高真空側から多段軸流タービンに入射した放射光1は、回転翼62の羽根の隙間と固定翼61の光通過孔64を通り抜けて放射光取出口79から出

射される。

固定翼61は第3図(a)に示す如く外輪61aと内輪61bと複数の羽根63を有し、第3図(c)に示す如く外輪61aと内輪61bとに固定された羽根63の面は、それぞれ外輪61aおよび内輪61bの面に対して所定の角度で交わる。そして羽根63の一部には放射光を通す光通過孔64が設けられている。

また回転翼62は第3図(a)に示す如く複数の羽根65の根元が内輪62aに固定され、複数の回転翼62の内輪62aが回転軸69と一体化されている。第3図(d)に示す如く内輪62aに固定された羽根65の面は内輪62aの面と所定の角度で交わり、隣接する羽根65の間には放射光を通し得る隙間66を具えている。

一方、多段軸流タービンの回転を制御する制御装置8は例えば第4図に示す如く、磁気軸受制御回路81、周波数制御回路82、モータ駆動回路83、保護回路84、および直流電源回路85を有し、磁気軸受制御回路81は半径方向センサ74や軸方向センサ76からの信号に基づいて、回転軸69が所定の位

的なパルス信号が出力される。

なおモータ駆動回路83は周波数制御回路82から入力される信号を増幅し、高周波信号を多段軸流タービンの高周波モータ72に供給する回路、保護回路84は半径方向センサ74や軸方向センサ76、位置検出センサ77からの信号、およびモータ駆動回路83の負荷状態を監視する回路、直流電源回路85はそれ等の回路に電流を供給する回路である。

第5図において本発明の第1の実施例は電子蓄積リング2が、ビームダクト4を介して被照射ターゲット51を設置する作業室5と接続されている。ビームダクト4の高真空側にはゲートバルブ43とアパーチャ41が、低真空側にはゲートバルブ44と排気ダクト45が設けられており、作業室5の真空度はゲートバルブ52と排気ダクト53により 10^{-1} ～ 10^{-2} Torrに調整されている。

かかる装置においてゲートバルブ43、44、および排気ダクト45を調整し、ビームダクト4の中間に設けられた多段軸流タービン6を回転させることによって、ビームダクト4に接続された電子蓄

積を維持しながら安定して回転するよう、半径方向マグネット73や軸方向マグネット75に印加する電流を制御している。

周波数制御回路82は図示省略された信号発生回路の他に、第1の信号入力端子82aと第2の信号入力端子82bを具えており、信号入力端子82aに入力される位置検出センサ77からのフィードバック信号 f_1 を、第2の信号入力端子82bに入力される外部トリガー信号 f_2 、または信号発生回路から出力される制御信号 f_3 と比較することによって、信号出力端子82cからその状況に対応した周期のパルス信号を出力する。

例えば定常運転中は制御信号 f_3 が信号出力端子82cから出力され、フィードバック信号 f_1 と制御信号 f_3 との間に差が生じた場合は、その差を無くす方向に多段軸流タービンの回転を補正するパルス信号が出力される。また多段軸流タービンの始動時は信号 f_1 に比べて信号 f_3 が大きく、信号出力端子82cから加速的なパルス信号が出力される。更に減速時は信号 f_1 に比べて信号 f_3 が小さく減速

積リング2の内部は所定の高真空状態になる。多段軸流タービン6は制御装置8から出力される高周波信号によって駆動され、フィードバック信号 f_1 と制御信号との間に差が生じた場合は、その差を無くす方向に多段軸流タービンの回転が補正される。

また第6図において本発明の第2の実施例は電子蓄積リング2と作業室5が、2基の多段軸流タービン6A、6Bを具えたビームダクト4を介して接続され、ビームダクト4の高真空側にゲートバルブ43とアパーチャ41、低真空側にゲートバルブ44と排気ダクト45、多段軸流タービン6Aと6Bの間にゲートバルブ46が設けられている。なお被照射ターゲット51が設置される作業室5の真空度は第1の実施例と同様、ゲートバルブ52と排気ダクト53により 10^{-1} ～ 10^{-2} Torrに調整されている。

かかる装置においてゲートバルブ43、44、46、および排気ダクト45を調整すると共に、2基の多段軸流タービン6A、6Bを回転させることによって、電子蓄積リング2の内部を第1の実施例に

比べ一層高真空状態にすることができる。しかし本実施例の場合は多段軸流タービン6 A、6 Bの回転翼を、それぞれの羽根の隙間が直線状に並ぶように制御する必要がある。そこで多段軸流タービン6 A、6 Bからフィードバック信号 f_1 、 f_2 を制御装置8に入力し、多段軸流タービン6 A、6 Bの回転が同期するよう制御している。

更に第7図において本発明の第3の実施例は電子蓄積リング2が大気圧中の作業領域と、中間に2基の多段軸流タービン6 A、6 Cを具えたビームダクト4を介して接続され、ビームダクト4は高真空側にゲートバルブ43とアパーチャ41、多段軸流タービン6 Aと6 Cの間にゲートバルブ44と排気ダクト45を具えている。

かかる装置においてゲートバルブ43、44、および排気ダクト45を調整すると共に、2基の多段軸流タービン6 A、6 Cを回転させることによって、ビームダクト4に接続された電子蓄積リング2の内部は所定の高真空状態になる。しかし多段軸流タービン6 Cは直接空気に接触しているため、回

転数や回転翼の大きさ、形状等が当然多段軸流タービン6 Aと異なり、回転翼の羽根の隙間を直線状に並べるための同期が一層厳しくなる。

そこで多段軸流タービン6 A、6 Cはそれぞれ専用の制御装置8 A、8 Bを有し、多段軸流タービン6 Aと6 Cから出力されるフィードバック信号を、それぞれ専用の制御装置8 Aと8 Bに入力すると同時に、多段軸流タービン6 Aから出力されるフィードバック信号を制御装置8 Bに入力し、多段軸流タービン6 Cが多段軸流タービン6 Aに同期するよう構成している。

このように複数の固定翼と回転翼とが軸方向に交互に配設された多段軸流タービンを、電子蓄積リングから放射光を取り出すビームダクトの中間に設け、それぞれの固定翼の羽根に形成された光通過孔と回転翼の羽根の隙間とが直線状に並んだときに、放射光が多段軸流タービンを透過するよう構成することによって、減衰の要因となるBe板を光路中から除去することが可能になる。

しかもビームダクトにおける排気効率が上昇し

被照射ターゲットを、 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Torrの低真空度中や大気圧の作業領域に設置することができ、10 m以上あったビームダクト長を1 m以下に短縮することが可能になる。即ち波長に関係なく放射光を効率よく取り出すことが可能で、ビームダクト長が短く取扱いの容易な放射線装置を実現することができる。

〔発明の効果〕

上述の如く本発明によれば波長に関係なく放射光を効率よく取り出すことが可能で、ビームダクト長が短く取扱いの容易な放射線装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明になる放射線装置の原理を示す模式図、

第2図は多段軸流タービンの構成を示す図、

第3図は固定翼と回転翼の形状を示す図、

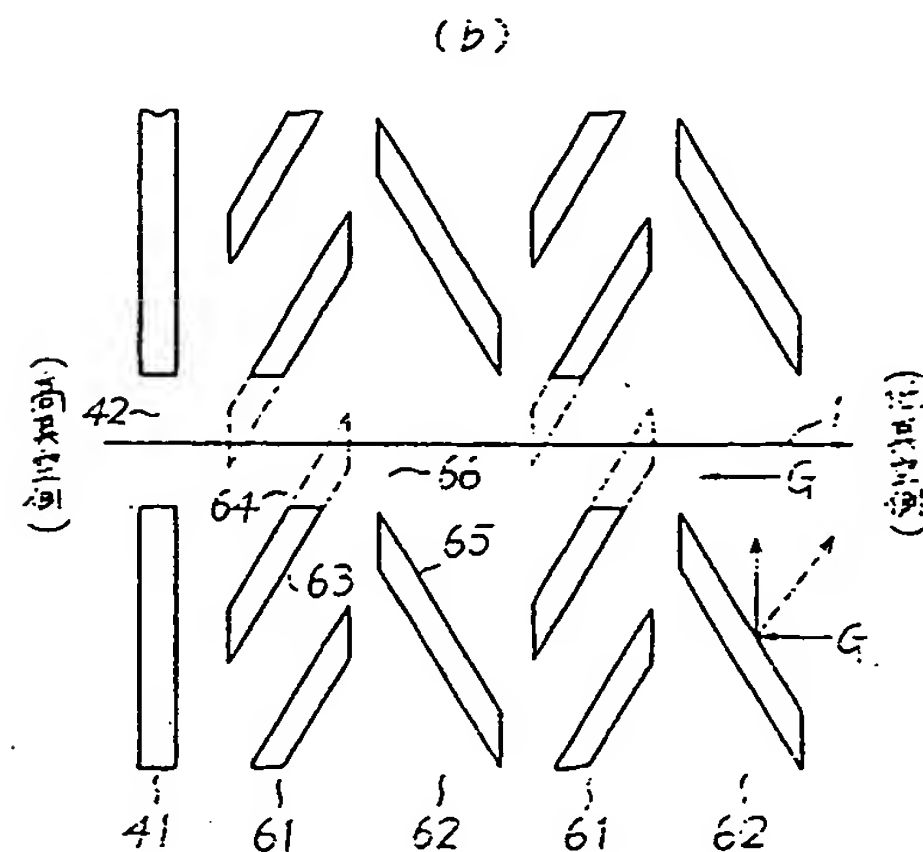
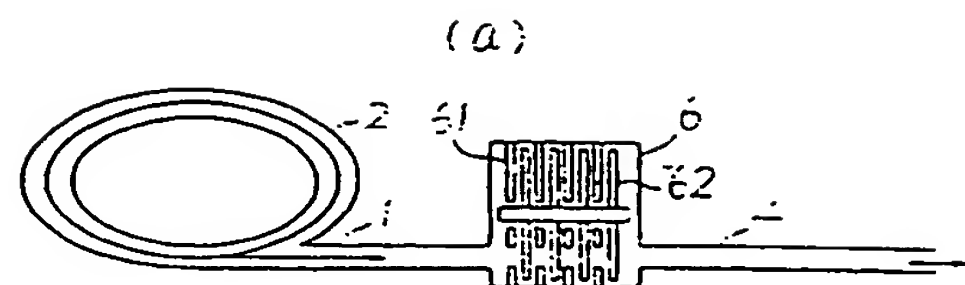
第4図は制御装置の一例、

第5図は本発明の第1の実施例を示す模式図、
第6図は本発明の第2の実施例を示す模式図、
第7図は本発明の第3の実施例を示す模式図、
第8図は従来の放射線装置の概要を示す模式図、である。図において

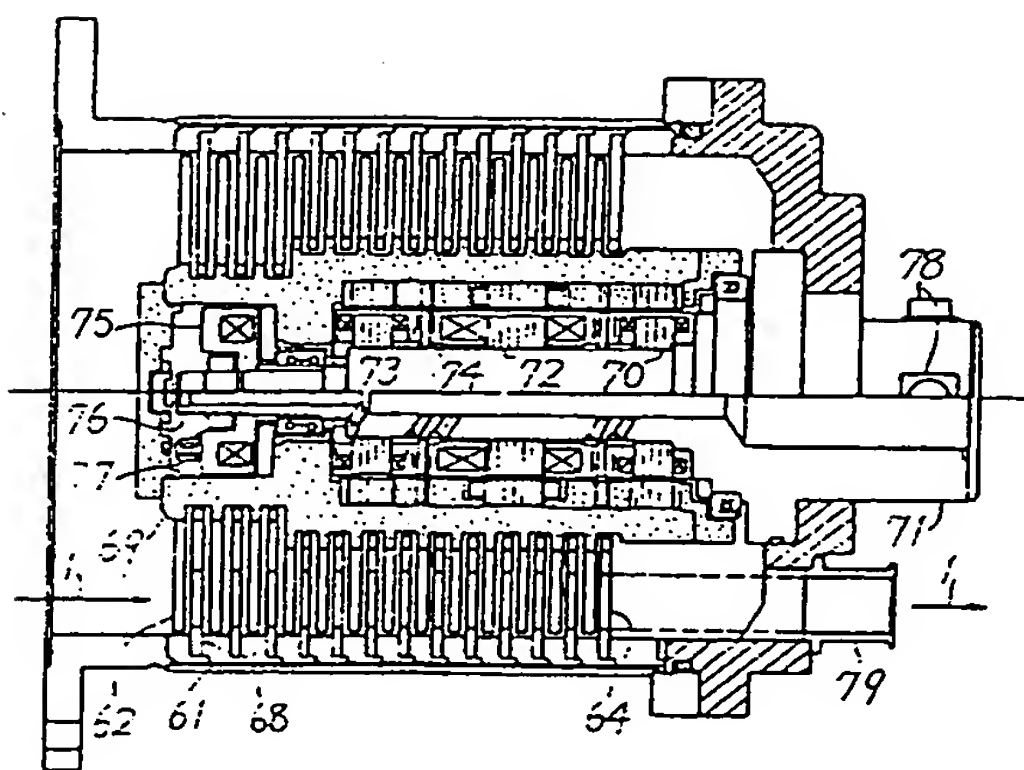
1は放射光、2は電子蓄積リング、
4はビームダクト、5は作業室、
6、6 A、6 B、6 Cは多段軸流タービン、
8は制御装置、41はアパーチャ、
42は光通過孔、43、44、46、52はゲートバルブ、
45、53は排気ダクト、51は被照射ターゲット、
61は固定翼、61aは外輪、
61b、62aは内輪、62は回転翼、
63、65は羽根、64は光通過孔、
66は羽根の隙間、68は外枠、
69は回転軸、70は磁気軸受、
71は固定軸、72は高周波モータ、
73は半径方向マグネット、74は半径方向センサ、
75は軸方向マグネット、76は軸方向センサ、
77は位置検出センサ、78はコネクタ、

79は放射光取出口、 81は磁気軸受制御回路、
82は同波数制御回路、
82a、82b は信号入力端子、
82c は信号出力端子、83はモータ駆動回路、
84は保護回路、 85は直流電源回路、
をそれぞれ表す。

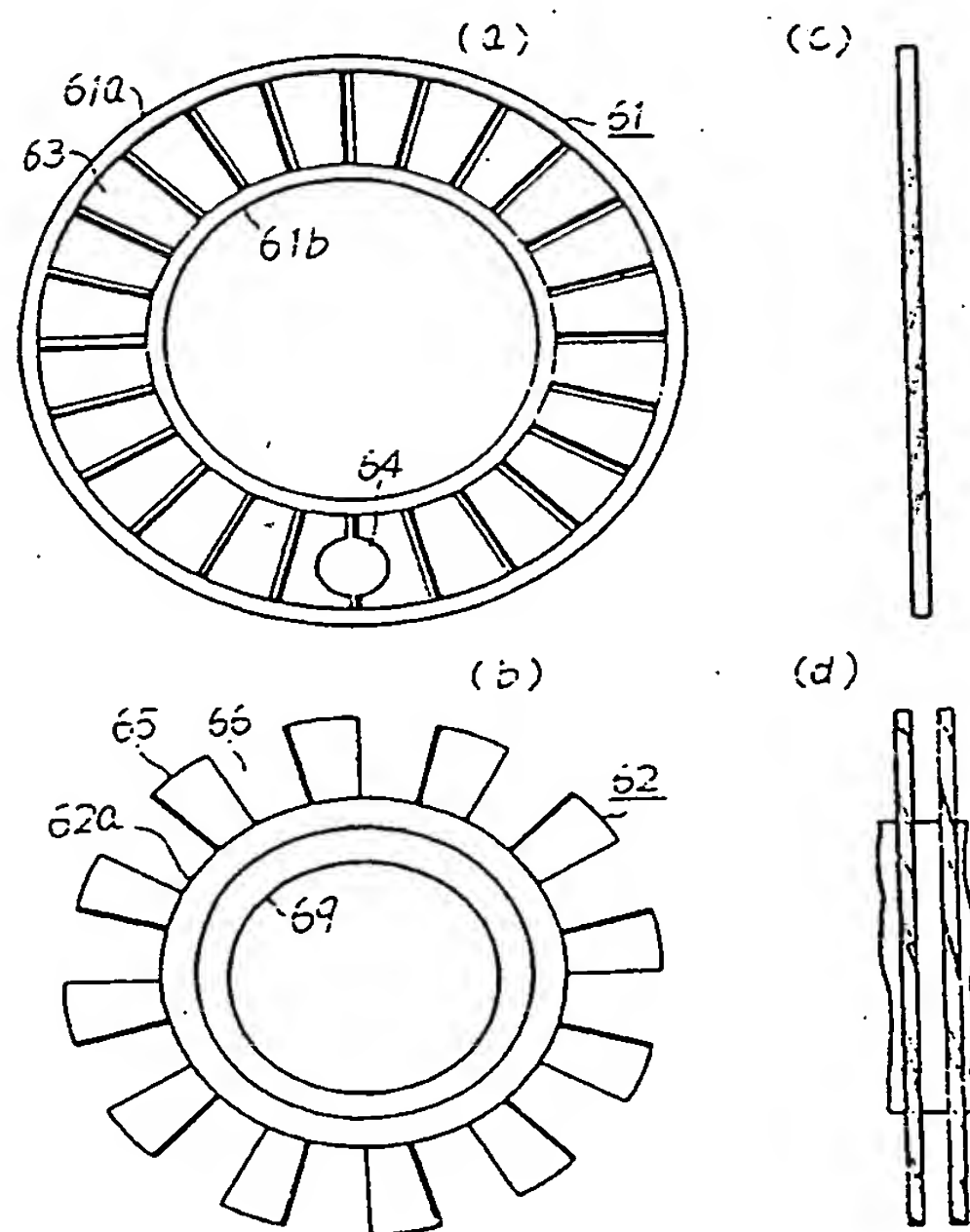
代理人 弁理士 井指貞一



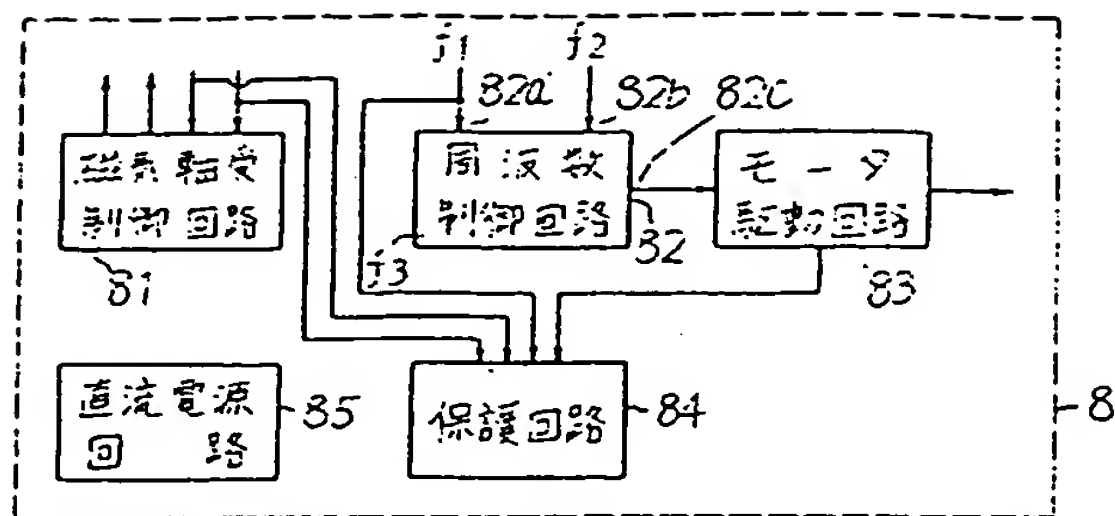
本発明による放射線装置の原理を示す模式図
第 1 図



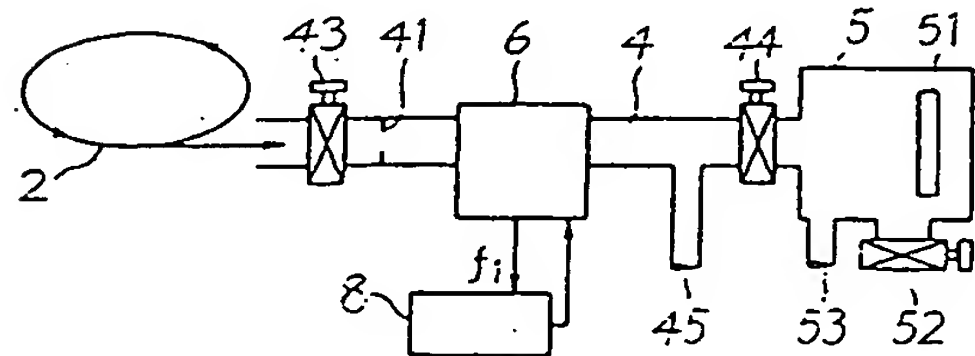
多段軸流タービンの構成を示す図
第 2 図



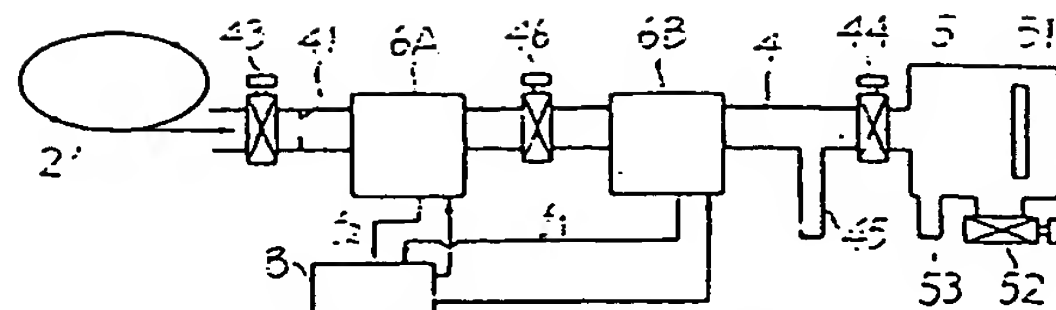
固定翼と回転翼の形状を示す図
第 3 図



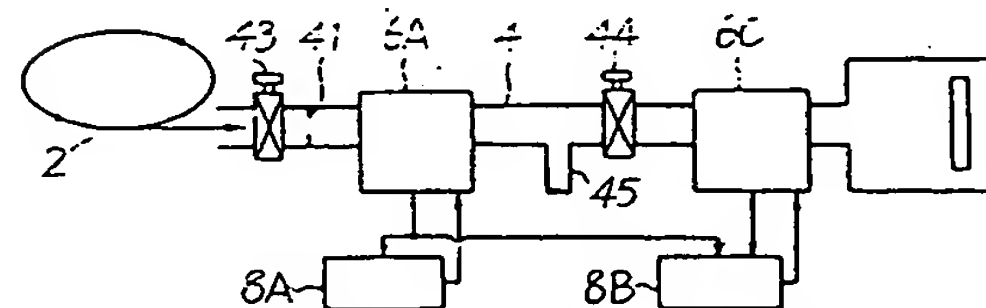
制御装置の一例
第4図



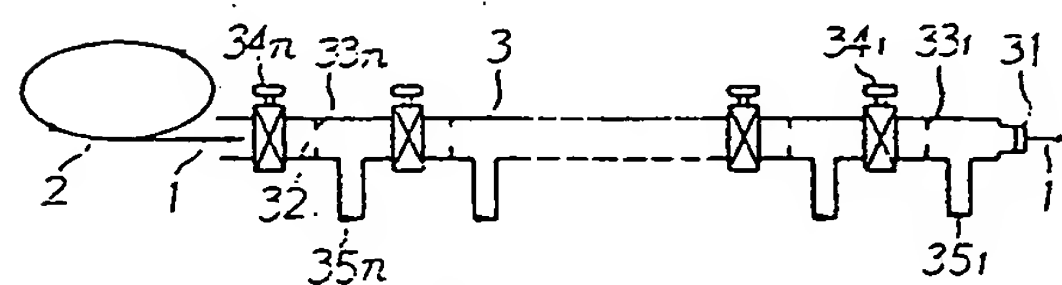
本発明の第1の実施例を示す模式図
第5図



本発明の第2の実施例を示す模式図
第6図



本発明の第3の実施例を示す模式図
第7図



従来の磁軸受装置の概要を示す模式図
第8図